

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00374

(22) Data de depozit: 14/06/2017

(41) Data publicării cererii:
29/11/2017 BOPI nr. 11/2017

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR.MEMORANDUMULUI
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• VAIDA LIVIU CĂLIN, STR.TEILOR, NR.10,
SC.2, AP.21, COM.FLOREȘTI, CJ, RO;
• PLITEA NICOLAE, STR.MOISE NICOARĂ
NR.18, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

• PÎSLĂ DOINA LIANA, STR.HAȚEG
NR.26/7, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• CARBONE GIUSEPPE,
STR.PUBLIO OVIDIO, NR.48/2, VENAFARO,
IT;
• GHERMAN BOGDAN GEORGE,
STR. HELTAI GAȘPAR NR. 70,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• ULINICI IONUȚ,
STR. ÎMPĂRATUL TRAIAN, NR.46A, SC.B,
AP.15, BISTRIȚA, BN, RO

(54) ROBOT SFERIC PENTRU RECUPERAREA MEDICALĂ
A ZONEI PROXIMALE LA NIVELUL MEMBRULUI SUPERIOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem robotic sferic pentru recuperarea medicală a zonei proximale a membrului superior, având un număr de trei cuple active cu scopul reproducerii abducției și flexiei umărului în plan orizontal, respectiv vertical, și reproducerea pronației antebrățului în plan vertical. Robotul conform invenției este un mecanism cu trei grade de mobilitate în construcție modulară, constituit dintr-un mecanism sferic cu două grade de mobilitate, care reproduce mișcările pe suprafața unei sfere în planul vertical YOZ și orizontal XOY, cele două mișcări realizând mobilizarea articulației umărului, unde motoreductorul (1) transmite mișcarea de rotație, de la nivelul cuplei active q1, prin intermediul tijei (2) către profilul (3) de ghidare, care la rândul lui transmite mișcarea saniei (4) de ghidare, aceasta executând o mișcare de translație în planul YOZ prin culisarea pe ghidajul (5), reproducând flexia/extensia umărului, iar motoreductorul (6) transmite, de asemenea, o mișcare de rotație, de la nivelul cuplei active q2, prin intermediul tijei (7), către profilul (5) de ghidare și tija (2) ca element de susținere a umărului, astfel încât ghidajul (5) determină culisarea saniei (4) de ghidare în planul XOY, împreună cu suportul (8) al brațului, suportul (9) al antebrățului și suportul (10) al mâinii, pe ghidajul (3), ca urmare, fiind produsă mișcarea de abducție/adducție a umărului, și un mecanism cu un grad de libertate, care redă o mișcare de rotație în jurul axei Y în planul XOZ, pentru care motoreductorul (11) transmite o mișcare de rotație,

de la nivelul cuplei active q3, roții (12) dințate, care, prin intermediul tijelor (13), transmite rotația în jurul axei Y, către elementele de prindere/suportul antebrățului (9) și ale mâinii (10), așadar reproducând pronația/supinația antebrățului (9).

Revendicări: 3
Figuri: 2

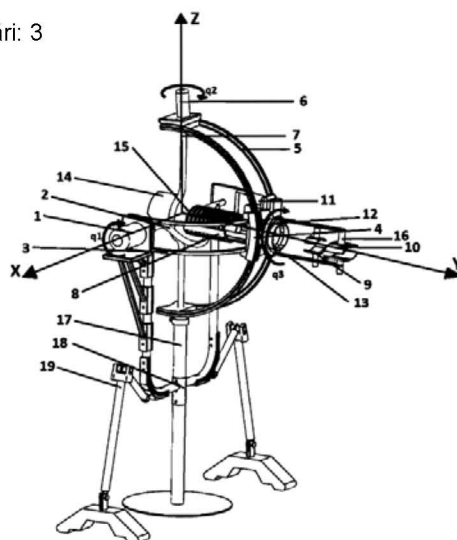


Fig. 1



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2017 00374
Data depozit 14-06-2017

7

Robot sferic pentru recuperarea medicală a zonei proximale la nivelul membrului superior

Invenția se referă la un sistem robotic sferic pentru recuperarea medicală a zonei proximale a membrului superior, având un număr de trei cuple active cu scopul reproducerii abducției și flexiei umărului în planul orizontal, respectiv vertical și reproducerea pronației antebrățului în planul vertical. Invenția se adresează pacienților post-AVC care în urma AVC-ului suferă de paralizie la nivelul membrului superior, dar utilizarea ei poate fi extinsă și la alte categorii de afecțiuni care duc la o pierdere parțială sau totală a capacității de mobilizare a membrului superior. Mișcările care au originea în articulația umărului sunt cele mai ample mișcări ale membrului superior și au un rol foarte important în asigurarea unui mod de viață independent. Pentru reproducerea mișcărilor ample ale membrului superior nu este suficientă antrenarea unei singure articulații, robotul care face obiectul acestui brevet, combinând mai multe mișcări pentru o reproducere optimă a mișcărilor membrului superior, realizând atât mișcările elementare din articulație cât și mișcări complexe care sunt folosite de kinetoterapeut în recuperarea medicală. Robotul are trei grade de mobilitate, realizate prin trei cuple active de rotație care au intersecția axelor într-un singur punct centrul unei sfere, care la nivelul pacientului va fi transpus peste centrul de rotație al articulației umărului, pentru primele două rotații a treia fiind realizată în lucrul membrului superior.

Este cunoscut sistemul robotic pentru reabilitarea umărului, descris în brevetul numărul US20070225620/US7862524 B2 reprezentând un sistem de tip exoschelet serial portabil cu 3 GDL, destinat reabilitării umărului. Dezavantajul sistemului constă în faptul că structura de tip exoschelet a acestuia folosește corpul pacientului ca și platformă de susținere, ceea ce poate fi dăunător în cazul persoanelor vârstnice care constituie majoritatea pacienților suferinzi de dizabilități motorii în urma unui atac vascular cerebral.

Un alt sistem robotizat destinat reabilitării post AVC a membrelor superioare, este descris în brevetul CA2581587A1/US7252644 B2, acesta reprezintă un sistem de tip efector final compus dintr-un element care interacționează cu corpul uman sau o parte a acestuia, un senzor de forță, un generator de forță, cel puțin o legătură neconformă mobilă și o bază, senzorul de forță fiind conectat la generatorul de forță, elementul de legătură dintre acestea având cel puțin trei grade de libertate. Dezavantajul acestui dispozitiv este că prezintă un singur punct de interacțiune (efectorul final) cu pacientul și mișcările articulare ale acestor dispozitive nu corespund mișcărilor umane. Prin urmare, fără restricții externe aplicate pentru constrângerea pacientului, terapiile specifice articulare nu pot fi furnizate de astfel de mecanisme.

Un alt sistem robotizat destinat reabilitării post AVC a membrelor superioare, este descris în brevetul numărul EP2723536A1/US20120330198 A1 și este compus dintr-o cuplă motoare, care interacționează direct sau indirect cu o articulație umană prin intermediul unui efector final montat pe brațul pacientului, suportul/ efectorul final fiind aranjat în așa fel încât să realizeze o mișcare paralelă plană arbitrară, permițând mișcări de translație și rotație suprapuse ale efectoarelor finale montate în raport cu corpul elementului de îmbinare. Dezavantajul acestei structuri constă în precizia limitată datorită structurii seriale de poziționare.



6

Problema tehnică rezolvată cu ajutorul prezentei propuneri de invenție constă în realizarea unui sistem robotic sferic, cu ajutorul căruia să se realizeze exerciții de recuperare medicală ale articulației umărului și antebrațului. Lanțurile cinematice propuse pentru a fi utilizate în realizarea dispozitivului robotic vor asigura o rigiditate și dexteritate crescută în mișcare, datorită structurii sferice paralele, aducând avantaje însemnate comparativ cu dispozitivele prezentate anterior. Prin structura cinematică, robotul care face obiectul acestui brevet, va permite atât realizarea unor mișcări elementare (simple) care reproduc mișcările de flexie/extensie, abducție și adducție la nivelul umărului și pronație la nivelul articulației cotului cât și mișcări complexe care pot reproduce orice mișcare posibilă a membrului superior.

Aplicația specifică a sistemului propus în cadrul prezentei invenții o reprezintă realizarea exercițiilor de recuperare medicală a membrului superior și anume: executarea unor mișcări de translație de-a lungul unor ghidaje situate pe suprafața unei sfere având ca centru articulația glenohumerală, pentru mișcările de rehabilitare ale umărului, și de asemenea executarea unei mișcări de rotație a unui efector final conectat la antebrațul și mâna pacientului, în scopul reabilitării antebrațului.

Se prezintă în continuare figurile care detaliază modul de realizare al invenției:

Figura 1 – reprezintă robotul sferic destinat recuperării medicale a zonei proximale a membrului superior;

Figura 2 – reprezintă schema cinematică a robotului care face obiectul invenției, exemplificând și mișcările care pot fi realizate în actul medical.

Sistemul robotic, intitulat ASPIRE, propus în cadrul prezentei invenții (Fig.1) este destinat recuperării medicale a membrului superior. Pentru a defini mai ușor mișcările robotului, se definește un sistem de coordonate OXYZ corelat cu sistemul de referință al corpului uman.

Robotul care face obiectul acestui brevet, este un mecanism cu trei grade de mobilitate în construcție modulară, constituit dintr-un mecanism sferic cu două grade de mobilitate care reproduce mișcările pe suprafața unei sfere în planurile YOZ (plan vertical) și XOY (plan orizontal), cele două mișcări realizând mobilizarea articulației umărului, și un mecanism cu un grad de mobilitate care este atașat elementelor de fixare a membrului superior. Moto-reductorul (1) transmite o mișcare de rotație (de la nivelul cuplei active q_1) prin intermediul tije (2) către profilul de ghidare (3), care la rândul lui transmite mișcarea saniei de ghidare (4), aceasta executând o mișcare de translație în planul YOZ prin culisarea pe ghidajul (5), astfel fiind reprodusă flexia/extensia umărului. Elementele (5) și (3) sunt elementele de ghidare ale mecanismului sferic, care alături de sania (4) au o dimensiune comună, raza (R) a sferei mecanismului. Prin modificarea valorii acestei raze mecanismul se adaptează la dimensiunile antropometrice ale tuturor pacienților. Moto-reductorul (6) transmite de asemenea o mișcare de rotație (de la nivelul cuplei active q_2) prin intermediul tije (7), către profilul de ghidare (5) și elementul de susținere a umărului (2). Ghidajul (5) îi induce așadar culisarea saniei (4) în planul XOY, împreună cu suportul brațului (8), antebrațului (9) și mâinii (10), pe ghidajul (3), ca urmare fiind reprodusă mișcarea de abducție/adducție a umărului.

Pentru a crește la maximum gradul de generalitate al mișcărilor care pot fi transmise asupra membrului superior, pe elementele de fixare a acestuia în mecanismul sferic s-a adăugat un mecanism cu un grad de libertate, care redă o mișcare de rotație în jurul axei Y în planul XOZ. Acest mecanism inițializează mișcarea prin intermediul moto-reductorului (11) care la rândul său transmite o mișcare de rotație (de la nivelul cuplei active q_3) roții dințate (12) aceasta folosind tije

RECTORAT
Nedeosca

(13) pentru a transmite rotația în jurul axei Y către elementele de prindere/suportul antebrațului (9) și a mâinii (10), asigurând reproducând pronția/supinația antebrațului.

Interacțiunea pacient-robot se realizează prin intermediul elementelor de prindere/suporturile (7) (2) (10),(9),(8),(14) și (15).

Cele două axe de ghidare (7) și (2) au în zona medie o curbura adaptată anatomiei brațului care să permită poziționarea acestuia și la nivelul articulației umărului în punctul de intersecție a celor două axe oferind o soluție compatibilă cu formele anatomice ale pacientului

Susținerea brațului se realizează prin intermediul suportului (8), brațul pacientului fiind fixat cu ajutorul curelelor de prindere (15). În timpul executării mișcărilor de reabilitare a articulației umărului, prin intermediul suportului (14) se limitează mișcările musculaturii dorsale pentru a asigura executarea exercițiilor de reabilitare exclusive prin intermediul articulațiilor membrului superior.

Prinderea antebrațului și a mâinii se realizează cu ajutorul elementelor (9) respectiv (10), strângerea și adaptarea acestora la dimensiunile anatomice variabile ale membrului superior uman se realizează prin intermediul mecanismului șurub piuliță (16).

Dispozitivul este montat pe piciorul (17), având de asemenea un set detașabil de picioare (19), pentru a îi oferi stabilitate sporită în timpul funcționării. Înălțimea structurii poate fi ajustată prin deplasarea suportului (18) pe axa verticală a piciorului (17) în același timp de acestea se pot atașa prin prindere cu șuruburi suportul (18) și picioarele auxiliare (19). Sistemul de fixare permite utilizarea dispozitivului de către pacient din orice poziție ortostatică putând fi folosit atât în spital, în etapa acută, cât și în centre de recuperare medicală în faza post-acută precum și la domiciliu în faza cronică.

Pentru exemplificarea mișcărilor legate de terapia de recuperare medicală, se prezintă schema cinematică a robotului care scoate în evidență elementele de bază ale robotului, și anume ghidajele (5) și (3) pe care se deplasează sania mobilă (4) acționată de motoarele M1 (care definește cupla cinematică q1) și respectiv M2 (care definește cupla cinematică q2). Mișcarea de pronție a antebrațului, realizată prin rotația antebrațului față de braț pe traiectorie axială se realizează prin acționarea motorului M3 (care definește cupla cinematică q3). Prin intermediul fiecărui motor se realizează o mișcare elementară, adică M1 – flexie/extensie, M2 – abducție/adducție și M3 – pronție/supinație, mișcarea generalizată fiind obținută prin acționarea mai multor motoare.

Avantajul major al acestei structuri este că permite realizarea oricăror mișcări ale membrului superior în extensie completă ceea ce oferă o soluție eficientă pentru recuperarea zonei proximale, foarte importantă pentru mișcările ample din viața de zi cu zi. Prin construcția modulară și dependența de un parametru unic, raza sferei, R, robotul ASPIRE are un grad maxim de universalitate putând fi adaptat pentru orice pacient.



Y

Revendicări

1. Robot sferic pentru recuperarea medicală a zonei proximale la nivelul membrului superior, **caracterizat prin aceea că** este un mecanism cu trei grade de mobilitate în construcție modulară, conform figurilor 1 și 2, constituit dintr-un mecanism sferic cu două grade de mobilitate care reproduce mișcările pe suprafața unei sfere în planurile YOZ (plan vertical) și XOY (plan orizontal), cele două mișcări realizând mobilizarea articulației umărului, unde moto-reductorul (1) transmite mișcarea de rotație (de la nivelul cuplei active q1) prin intermediul tijei (2) către profilul de ghidare (3), care la rândul lui transmite mișcarea saniei de ghidare (4), aceasta executând o mișcare de translație în planul YOZ prin culisarea pe ghidajul (5), astfel fiind reprodusă flexia/extensia umărului, iar moto-reductorul (6) transmite de asemenea o mișcare de rotație (de la nivelul cuplei active q2) prin intermediul tijei (7), către profilul de ghidare (5) și elementul de susținere a umărului (2), astfel ghidajul (5) determină culisarea saniei (4) în planul XOY, împreună cu suportul brațului (8), antebrațului (9) și mâinii (10), pe ghidajul (3), ca urmare fiind reprodusă mișcarea de abducție/adducție a umărului și un mecanism cu un grad de libertate, care redă o mișcare de rotație în jurul axei Y în planul XOZ pentru care moto-reductorul (11) transmite o mișcare de rotație (de la nivelul cuplei active q3) roții dințate (12) care prin intermediul tijelor (13) transmite rotația în jurul axei Y către elementele de prindere/suportul antebrațului (9) și a mâinii (10), așadar reproducând pronația/supinația antebrațului.

2. Robot sferic pentru recuperarea medicală a zonei proximale la nivelul membrului superior conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** sistemul robotic poate fi adaptat dimensiunilor antropometrice ale oricărui pacient prin modificarea valorii razei R (figura 2) care determină astfel dimensiunea mecanismului sferic, prin reglajul pe verticală a înălțimii sistemului și prin curbarea tijelor (7) și (2) în zona mijlocie care îl face adaptabil oricărei poziții ortostatice a pacientului.

3. Robot sferic pentru recuperarea medicală a zonei proximale la nivelul membrului superior conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** sistemul robotic poate fi folosit în toate etapele de recuperare medicală (acută, post-acută și cronică) prin faptul că poate realiza de la mișcările elementare de flexie/extensie, abducție/adducție și respectiv pronația la nivelul articulației cotului până la mișcări complexe care reproduc orice fel de mișcare a brațului uman la nivelul articulației umărului.



[Handwritten signature]

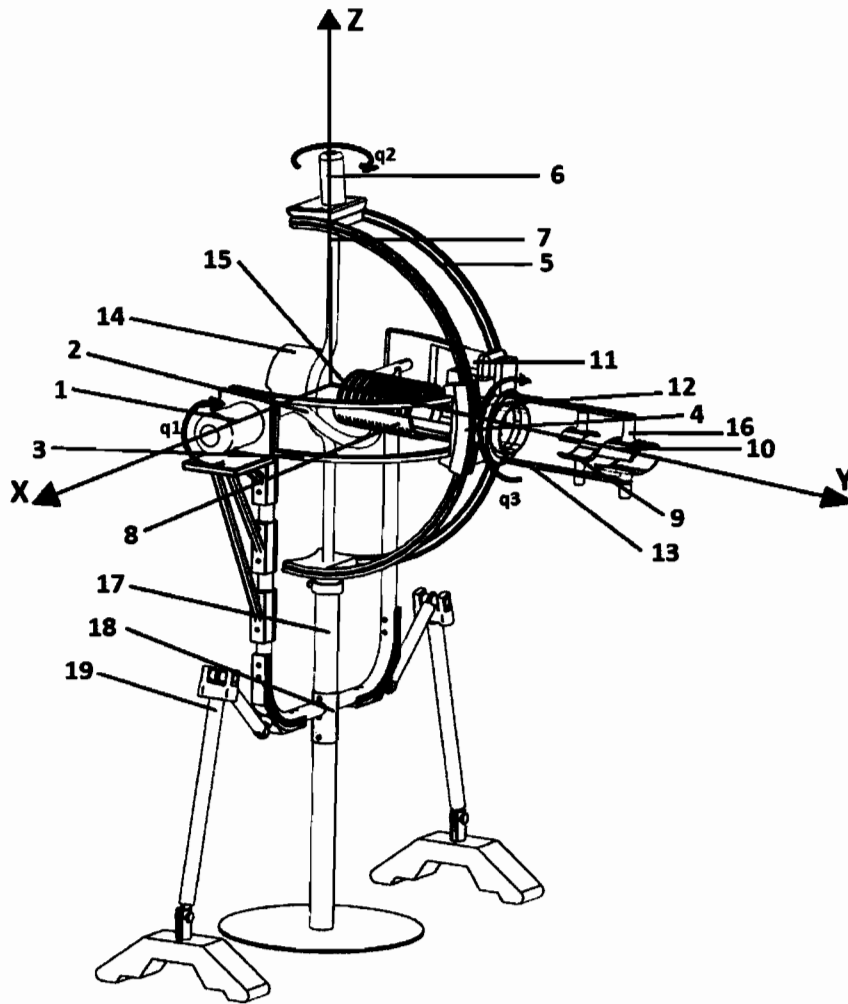


Figura 1. Sistemul robotic ASPIRE pentru recuperarea medicală a zonei proximale a membrului superior



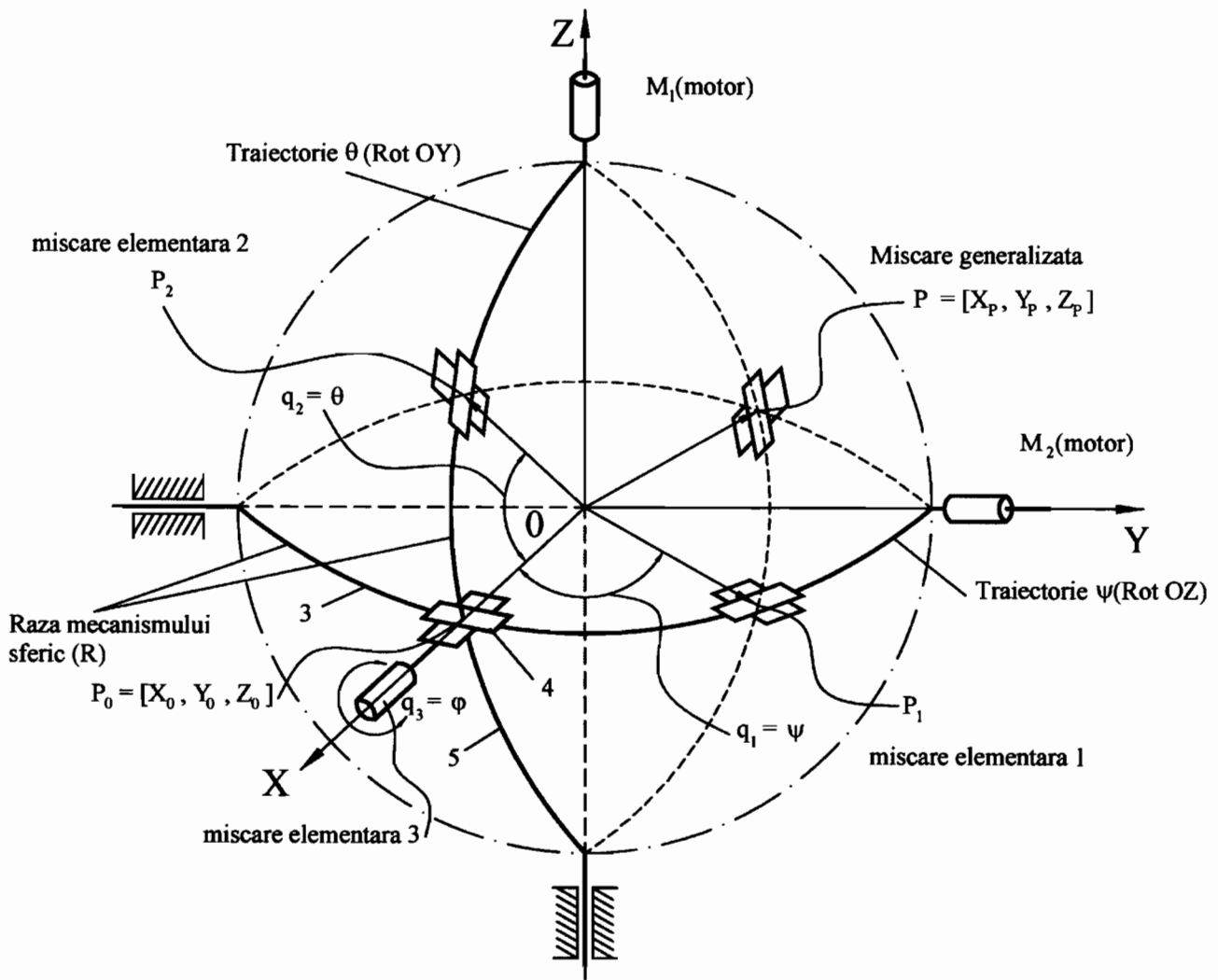


Figura 2. Schema cinematică pentru recuperarea medicală a zonei proximale a membrului superior

